



Hoja de Datos- Tecnología de Control de la Contaminación del Aire

Nombre de la Tecnología: Recintos Totales Permanentes (RTPs).

Tipo de Tecnología: Dispositivo de Captura- recolecta y descarga los contaminantes hacia un dispositivo de abatimiento tal como un incinerador.

Contaminantes Aplicables: Contaminantes orgánicos peligrosos del aire (*Hazardous Air Pollutants, HAP*) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Límites de Emisión Alcanzables/Reducción: Los RTPs tienen una eficiencia de captura del 100% (EPA, 2002). La reducción de las emisiones depende del dispositivo de control de la contaminación corriente abajo.

Tipo de Fuente Aplicable: Punto o fugitiva.

Aplicaciones Industriales Típicas: Cualquier proceso u operación donde la captura total de las emisiones es requerida. Son comúnmente usados en impresión flexográfica, impresión de rotograbado, recubrimientos (papel, películas, tela, y metal), laminado, impresión serigráfica, recubrimiento de latas y recubrimientos de tarjetas de plástico.

Características de la Emisión:

- a. **Flujo de Aire:** Los RTPs introducen aire dentro del recinto para ventear el gas residual. El flujo del aire a través del RTP debe proporcionar la captura y un transporte adecuado del gas residual. La dirección del flujo del aire a través de todas las aberturas de tipo natural (*Natural Draft Openings, NDOs*) debe ser hacia dentro del recinto. La velocidad facial promedio del aire a través de las *NDOs* debe ser de por lo menos 3,600 m/hr (200ft/min) (EPA, 1997). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration, OSHA*) requiere un mínimo de cuatro cambios de aire de la habitación por hora (*Room Air Changes per Hour, RAC/hr*) en aplicaciones industriales. Cambios de aproximadamente 10 RAC/hr, son generalmente requeridos para el confort del trabajador (Lukey, 1997).
- b. **Temperatura:** La temperatura dentro del RTP debe cumplir con los estándares establecidos por la *OSHA*. Si la instalación del RTP resulta en acumulación de calor, un sistema de aire acondicionado debe ser usado para mantener la temperatura y la humedad a niveles confortables. El aire acondicionado debe ser de diseño de circuito cerrado.
- c. **Carga de Contaminantes:** La concentración máxima de los COVs o *HAP* dentro del RTP no debe exceder los niveles permisibles de exposición (*Permissible Exposure Limits, PEL*). Los *PEL* son los estándares de la *OSHA* para la exposición de los trabajadores a sustancias tóxicas. Se expresan en términos de promedio ponderado de tiempo (generalmente promedios de 8-horas), de nivel de exposición en corto tiempo o de concentración máxima (*ceiling concentration*).

La *OSHA* también limita la concentración de vapor flamable dentro del RTP. El límite inflamable bajo (*Lower Flammability Limit, LFL*) es el nivel más bajo al cual el gas puede sostener una combustión.

En RTPs grandes (el área entera de manufactura), la concentración del cualquier contaminante no debe exceder el 25% del *LFL*. En RTPs pequeños (maquinaria individual), el contaminante no debe exceder el 10% del *LFL*. (EPA 2002).

- d. **Otras Consideraciones:** La concentración de contaminantes dentro del recinto puede variar por factores de 1 para sistemas de ventilación bien diseñados a 10 para sistemas mal diseñados (Worrall, 1997).

Requisitos de Pre-Tratamiento de las Emisiones: Ninguno.

Información de Costos: Los costos son expresados en dólares de 2002 (Lukey, 1997 y EPA, 2002).

La mayoría de todos los RTPs son diseñados bajo pedido. Los costos de capital dependen del proceso y del tamaño de las fuentes de emisiones dentro del RTP. Los costos varían de \$10,000 para una sola estación de recubrimiento hasta \$300,000 para un recinto con cinco piezas de equipo (Lukey, 1997). El costo depende de los materiales usados en su construcción. Por ejemplo, las paredes y el techo cuestan de \$3 a \$20 por pie cuadrado. Las puertas cuestan \$300 por puertas de cortinas y \$8,000 por puertas automáticas. Una ventana de vidrio de seguridad de 4 x 4 pies cuesta \$200 (Lukey, 1997). El costo de los aires acondicionados varía de \$30,000 para enfriamiento localizado hasta \$150,000 para acondicionamiento total (Lukey, 1997). El costo del RTP incluye también los ventiladores de reposición de aire e instrumentación. El dispositivo de abatimiento no está incluido en el costo del RTP.

Los costos de mantenimiento son mínimos, excepto por los gastos menores como pintura, reparaciones, y calibración de instrumentos. Los costos de operación consisten primordialmente de la electricidad para operar los ventiladores y el aire acondicionado.

- a. **Costo Capital:** \$10,200 - \$307,000
- b. **Costo de Operación & Mantenimiento:** \$300 - \$7,600 por año
- c. **Costo Anual:** \$1,800 - \$54,000 por año
- d. **Costo por tonelada de Contaminante Removido:** El costo por tonelada es variable basado en la eficiencia de remoción del dispositivo de control de contaminación del aire corriente abajo.

Teoría de la Operación:

Los RTPs son estructuras instaladas permanentes que rodean completamente a fuente o fuentes de emisión. Consisten de paredes, techo, ventanas, puertas y ventiladores de extracción y abastecimiento de aire. Los contaminantes son capturados por el sistema de ventilación, el cual extrae el aire contaminado del recinto y lo reemplaza con aire limpio. El gas de desecho es ventilado hacia un dispositivo de destrucción tal como un incinerador ó un adsorbedor de carbón. El dispositivo de destrucción no es parte del RTP. El equipo auxiliar consiste de monitores de presión, monitores de *PEL* y *LFL*, detectores de humo, detectores de flama y alarmas.

Para poder calificar como un RTP, un recinto debe cumplir con el Método 204 de la EPA - Criterios para un Recinto Permante o Temporal y su Verificación. Si se cumple con los criterios del método, se supone la eficiencia de captura es de 100 por ciento. La eficiencia de control será igual a la eficiencia de reducción del dispositivo de control. Para un RTP, no se requiere una prueba de eficiencia de captura. Los cinco puntos del criterio de control del Método 204 se dan a continuación.

1. Toda las *NDOs* deben estar a por lo menos a cuatro diámetros de abertura equivalentes de cada punto de emisión de COV.
2. El área total de la *NDO*, no debe exceder 5% del área de la superficie de las paredes, pisos y del cielo del recinto.
3. La velocidad facial promedio (*Facial Velocity, FV*) del aire a través de las *NDOs* debe ser de por lo menos 3,600 m/hr (200 fpm), o la presión estática dentro del recinto debe ser de -0.007 pulgadas de H₂O. La dirección del flujo del aire a través de las *NDOs* debe ser hacia adentro del recinto.
4. Todas las puertas y ventanas de acceso deben estar cerradas durante la operación rutinaria del proceso.
5. Todas las emisiones de COV deben ser capturadas y contenidas para su descarga a través de un dispositivo de control.

Usualmente, los RTPs acomodan al personal de producción dentro de su estructura durante la operación; por lo tanto, los RTPs son regulados por la *OSHA*. Los RTPs deben proporcionar aire fresco a este espacio y condiciones de trabajo seguras y confortables. Puede haber requisitos adicionales para cumplir con los reglamentos de prevención de incendios y de seguros.

El diseño del RTP debe prevenir la acumulación de contaminantes dentro del recinto. Las concentraciones localizadas dentro del RTP pueden variar considerablemente debido al mezclado inadecuado y a la estratificación térmica. El mezclado depende de un número de variables tales como:

- La temperatura del aire de suministrado,
- La temperatura dentro del RTP,
- La cantidad y localización del suministro y extracción de aire,
- La ubicación de objetos dentro del RTP,
- Tamaño y configuración del RTP,
- La presencia o ausencia de fuentes de calor dentro del RTP, y
- La velocidad de la inyección aire suministrado.

Ventajas:

- Construcción simple
- Captura de 100 por ciento
- Una vez el diseño es aprobado, no se necesitan pruebas de eficiencia de captura.

Desventajas:

- Difícil de proveer confort al trabajador y cumplir con las normas de *OSHA*, puede requerir aire adicional para evitar la acumulación considerable de calor.
- Una vez que el RTP ha sido construido, es difícil agregar equipo o modificar la configuración del proceso.
- El RTP es solamente un dispositivo de captura, la cantidad de contaminante removido depende del dispositivo de abatimiento instalado.

Referencias:

EPA, 1997. "EPA Method 204: Criteria for Permanent Total Enclosures. 40 CFR Part 51 Appendix M". Research Triangle Park, NC.

EPA, 2002. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, OAQPS EPA Air Pollution Control Cost Manual, Section 2 Chapter 3, EPA 452/B-02-001. Research Triangle Park, NC.

<http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/cs2ch3.pdf>

Lukey, 1997. Lukey, Michael. "Five Design Options for Permanent Total Enclosures (PTEs)". Presented at the Air & Waste Management Association Meeting Emerging Solutions to VOC and Air Toxics Control, San Diego, CA.

Lukey, 1999. Luckey, Prasad, Toothman and Kaplan. "Procedure for estimating permanent total enclosure costs". Presented at the Air and Waste Management Association's 92nd Annual Meeting & Exhibition. St. Louis, Missouri.

Lukey, 2001. Lukey, Michael. Gravure Magazine, August 2001 issue. Total Press Enclosures. Rochester, New York.

Worrall, 1997. Worrall, Mike. "Practical Considerations for Permanent Total Enclosures". Presented at the Proceedings of the Specialty Conference on Emerging Solutions to VOC and Air Toxic Control. San Diego, CA.